

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-233021

(43) 公開日 平成9年(1997)9月5日

(51) Int.Cl.⁸

H 0 4 B 7/26

識別記号

1 0 2

庁内整理番号

F I

H 0 4 B 7/26

技術表示箇所

1 0 2

審査請求 未請求 請求項の数22 OL (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平9-27415

(22) 出願日 平成9年(1997)2月12日

(31) 優先権主張番号 6 0 0 6 9 6

(32) 優先日 1996年2月13日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 596077259

ルーセント テクノロジーズ インコーポ
レイテッドLucent Technologies
Inc.アメリカ合衆国 07974 ニュージャージ
ー、マレーヒル、マウンテン アベニュー
600-700

(72) 発明者 プラチマ アグラワル

アメリカ合衆国、07974 ニュージャージ
ー、ニュー プロビデンス、コルチェスタ
ー ロード 40

(74) 代理人 弁理士 三俣 弘文

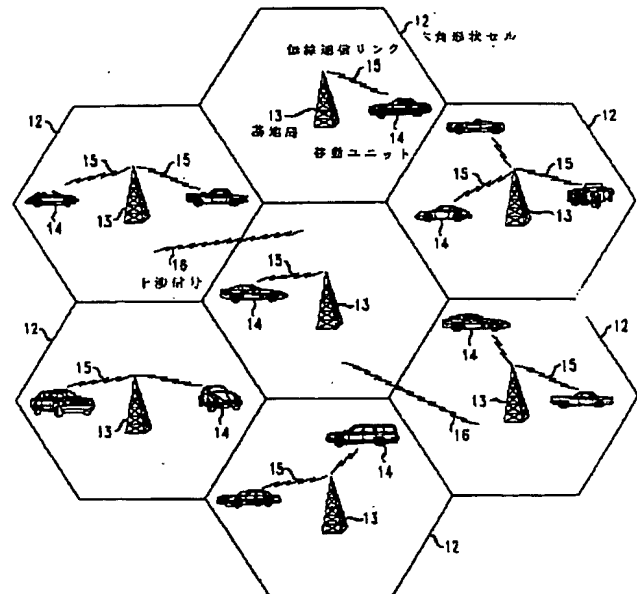
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 移動無線システム用適応電力制御及び符号体系

(57) 【要約】

【課題】 移動無線システム用適応電力制御及び符号体系

【解決手段】 本発明は、移動無線システム用に、電力制御と順方向誤り訂正制御 (F E C) を動的に組み合わせた技術で、例示的には、無線送信機により消費される電力を減少させ、サポートされうる同時接続の数を増加させる。個々の送受信機の対は、特定のサービス品質 (Q O S) の制約を充足するに必要な最小限の電力と F E C を適応的に決定しうる。本発明の例示的实施例では、信号の第一の部分は、第一の符号で符号化され、第一の電力レベルで送信される。次に、受信機で受信された信号部分の特性を表すパラメータデータが受信される。そこで、第二の符号と第二の電力レベルが、当該パラメータデータを元に決定され、当該信号の第二の部分は、第二の符号で符号化され、最終的には、第二の電力レベルで送信される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 (A) 信号の第一の部分を第一の符号で符号化し、第一の符号化された信号部分を生成するステップと、

(B) 前記第一の符号化された信号部分を第一の電力レベルで送信するステップと、

(C) 受信機により受信された受信信号部分の特性を表しているパラメータデータを受信するステップと、

(D) 前記受信されたパラメータデータを元に、第二の符号と第二の電力レベルを決定するステップと、

(E) 前記信号の第二の部分を前記第二の符号で符号化し、第二の符号化された信号部分を生成するステップと、

(F) 前記第二の符号化された信号部分を前記第二の電力レベルで送信するステップとからなり、前記受信信号部分は、送信された前記第一の符号化された信号部分に基づいている、ことを特徴とする、無線通信チャネルを介して前記受信機へ信号を伝送する方法。

【請求項2】 前記受信信号部分の前記特性は、観測された信号電力レベルからなることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項3】 前記受信信号部分の前記特性は、観測された干渉信号レベルからなることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項4】 前記受信信号部分の前記特性は、観測された誤り率（エラーレート）からなることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項5】 前記観測された誤り率（エラーレート）は、所定のサービス品質（QOS）についてのしきい値を越えていると前記受信機が判断することに応じて、前記パラメータデータが前記受信機から受信されることを特徴とする請求項4の方法。

【請求項6】 前記第一の符号と前記第二の符号はそれぞれ、ビットインタリーブがなされた巡回符号（サイクリック符号）からなることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項7】 前記（D）ステップは、さらに、前記第一の電力レベルに基づいていることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項8】 前記（D）ステップは、電力レベル及び前記電力レベルと共に用いられる付随した符号からなる電力-符号対を選択するステップからなることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項9】 電力-符号対を選択する前記ステップは、前記選択された電力-符号対内に含まれた前記付随した符号で符号化された信号が、前記選択された電力-符号対内に含まれた前記電力レベルで送信されるときに消費された全体電力に基づくものであることを特徴とする請求項8の方法。

【請求項10】 前記（F）ステップが、所定のサービス品質（QOS）についてのしきい値が前記受信機において満たされる結果となるか、を判断するステップを有することを特徴とする請求項1の方法。

【請求項11】 (G) 前記第二の電力レベルで前記第二の符号化された信号部分を送信する前記ステップが、前記所定のサービス品質（QOS）についてのしきい値が前記受信機において満たされる結果とならないと判断される場合には、前記受信機への接続を取りやめるステップを更に有することを特徴とする請求項10の方法。

【請求項12】 信号の第一の部分を第一の符号で符号化し、第一の符号化された信号部分を生成する手段と、

前記第一の符号化された信号部分を第一の電力レベルで送信する手段と、

受信機により受信された受信信号部分の特性を表しているパラメータデータを受信する手段と、

前記受信されたパラメータデータを元に、第二の符号と第二の電力レベルを決定する手段と、

前記信号の第二の部分を前記第二の符号で符号化し、第二の符号化された信号部分を生成する手段と、

前記第二の符号化された信号部分を前記第二の電力レベルで送信する手段とからなり、

前記受信信号部分とは、送信された前記第一の符号化された信号部分に基づいている、ことを特徴とする、無線通信チャネルを介して前記受信機へ信号を伝送する移動無線送信機装置。

【請求項13】 前記受信信号部分の前記特性は、観測された信号電力レベルからなることを特徴とする請求項12の装置。

【請求項14】 前記受信信号部分の前記特性は、観測された干渉信号レベルからなることを特徴とする請求項12の装置。

【請求項15】 前記受信信号部分の前記特性は、観測された誤り率（エラーレート）からなることを特徴とする請求項12の装置。

【請求項16】 前記観測された誤り率（エラーレート）は、所定のサービス品質（QOS）についてのしきい値を越えていると前記受信機が判断することに応じて、前記パラメータデータが前記受信機から受信されることを特徴とする請求項15の装置。

【請求項17】 前記第一の符号と前記第二の符号は、それぞれ、ビットインタリーブがなされた巡回符号（サイクリック符号）からなることを特徴とする請求項12の装置。

【請求項18】 前記第二の符号と前記第二の電力レベルを決定する前記手段は、さらに、前記第一の電力レベルに基づいて、前記第二の符号と前記第二の電力レベルを決定することを特徴とする請求項12の装置。

【請求項19】 前記第二の符号と前記第二の電力レベルを決定する前記手段は、電力レベル及び前記電力レベルと共に用いられる付随した符号からなる電力-符号対を選択する手段とからなることを特徴とする請求項12の装置。

【請求項20】 電力-符号対を選択する前記手段は、前記選択された電力-符号対内に含まれた前記付随した符号で符号化された信号が、前記選択された電力-符号対内に含まれた前記電力レベルで送信されるときに消費された全体電力に基づいて、電力-符号対を選択することを特徴とする請求項19の装置。

【請求項21】 前記第二の電力レベルでの前記第二の符号化された信号部分の送信について、所定のサービス品質(QOS)についてのしきい値が前記受信機において満たされる結果となるか、を判断する手段を更に有することを特徴とする請求項12の装置。

【請求項22】 前記第二の電力レベルでの前記第二の符号化された信号部分の送信について、前記所定のサービス品質(QOS)についてのしきい値が前記受信機において満たされる結果とならないと判断される場合には、前記受信機への接続を取りやめる手段を更に有することを特徴とする請求項21の装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、移動無線通信システムの領域に関するものであり、とりわけ、同時接続がサポートされる数を増加させる一方で、無線送信機により消費される電力を減少させるという問題に関する。

【0002】

【従来の技術】移動無線チャネルについて、しばしば特徴付けられる点としては、なかでもレイリーフェージング及び長時間のシャドーフージングによるチャネルの予測不可能性が挙げられる。チャネル品質は、例えば、同一チャネル干渉、隣接チャネル干渉、伝搬路損失、多重路伝搬(すなわち、レイリーフェージング)といった幾つかの要因の結果として、低下しうるのである。フェージングにより信号レベルが雑音(ノイズ)あるいは干渉のレベル以下になる際、典型的には、伝送誤りはバーストとして発生するのである。それ故、無線チャネルを介した伝送品質について受容可能なレベルを維持するため、明確な手段がとられることが度々必要とされてきた。

【0003】典型的には、各無線チャネル接続は、それに伴った信頼性の制約を有している。このようなチャネルの信頼性とは、例えば、受信機において受けとられる、ビット誤り率(ビットエラーレート、BER)あるいは選択的には、ワード誤り率(ワードエラーレート、WER)といった観点から定義されうる。所与の接続は、典型的には、ある特定の平均ワード誤り率、WER

desをとることが望まれよう。WERが、ある所定の要求されたしきい値を超えないようにするために用いられてきたものとして、これまでは2つのカテゴリーの技術が存在している。すなわち、(a)送信電力を増加させる、及び(b)データ符号化を改良すること、である。

【0004】チャネル品質を改良する様々な技術が、これまでこれらのカテゴリーのそれぞれにおいて提示され、あるいは実施されてきた。例えば、搬送波対干渉比(carrier-to-interference ratio, CIR)を元にした電力制御(すなわち、送信電力レベルの調整)は、良く知られた技術の一つであって、同一チャネル干渉を制御し、マルチユーザー環境におけるスループットを増加させるためのものである。電力制御はまた、チャネルを介してのサービス品質(quality-of-service, QOS)を改良するのに用いられうる。多くの携帯型無線機及びほとんどの基地局設備は、異なる電力レベルで送信を行う能力を有している。

【0005】受信機によりえられるチャネル品質を改良するため、しばしば用いられる他の技術としては、データ符号化による誤り制御がある。現在のアナログ及びデジタルのセルラーシステム用に、これまで様々な符号化方式が、提示され、あるいは実施されてきた。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】残念なことに、これらの選択的なアプローチのそれぞれ(すなわち、電力制御及びデータ符号化)は、その効率性を制限する幾つかの欠点をそれぞれ有しているのである。

【0007】第一のアプローチである、電力制御は、同一チャネル干渉を低下させ、セルラー無線システムの容量(通信処理能力)を増加させるため、しばしば用いられてきた。例えば、セルラー(システム)の環境では、受信機における平均受信電力は、チャネル特性及び送信機と受信機間の距離に依存している。距離の要因(ファクター)による、信号強度の損失は、一般に伝搬路損失と呼ばれている。自由空間では、伝搬路損失の原因としては、送信周波数 f 、送信機と受信機間の距離 d が挙げられ、これらは、以下に示された数1のように関係付けられる。

【数1】

$$\frac{P_r}{P_t} = \frac{1}{(4\pi d^2 f / c)^2}$$

ここで、 P_t とは送信電力であり、 P_r とは自由空間における受信電力で、 c とは光速で、 α とは減衰定数である。

【0008】移動受信機が送信機から遠ざかるにつれて、受信信号の電力は減少し、CIRもまた減少していき、従って、受信機により受けとられるWERは増加していく。そのようなことから、送信機と受信機間の距離が増加するにつれて、受信機でえられる信号電力を維持

し、所与のしきい値以下にW E Rを保つため、電力制御方式は送信電力を増加させるように用いられる。

【0009】しかしながら、送信電力を無差別に増加させることには、幾つかの点で不利なところがある。第一に、移動ユニットにおけるバッテリー電力は、限られたリソースであって、節約して維持される必要がある。第二には、他のチャネル上で用いられた電力レベルに関係なく、一つのチャネル上で送信電力を増加させることは、他のチャネル上でえられる同一チャネル干渉を増加させ、それにより、これらの他のチャネルを介する伝送品質を低下させることにもなりうるのである。さらに決定的な点としては、送信機がその電力を増加させる限界というものがある、そのような限界に到達すると、そのような電力制御技術を用いて、W E Rにおけるさらなる改良を行うことは、実現不可能となるのである。

【0010】第二のアプローチである、データ符号化もまた、欠点を有している。とりわけ、順方向誤り訂正(forward error correction, F E C)方式及びA R G (automatic repeat request)方式(再送方式)が、雑音のあるチャネルについて一般的に用いられている、2つの良く知られた誤り制御技術である。例えば、誤り制御にF E C方式を用いるシステムでは、送信機は所与の符号を用いてデータを符号化し、一方、用いられた符号があらかじめ知らされている受信機では、受信端において当該データを復号する。従来のブロック符号あるいは畳込み符号を用いる、多くのそのようなシステムが探求され、あるいは利用されてきた。

【0011】特に、kという情報ビットについて(情報ビットがkビットであるということ)、結果としてのnビットにおいて任意のtの誤り(エラー)を訂正するように、ある符号が(n-k)の冗長ビットを添加している場合には、当該符号は、(n, k, t)符号であると称される。(n, k, t)符号についての情報ビット毎の送信電力は、(n/k)Pという値であると定義される。ここで、Pとは、1ビットを送信する際に用いられた電力である。(n, k, t)符号の符号率(符号レート)とは、k/nという値、すなわち、全体ビット数に対する、一つの符号語における情報ビット数の比であると定義される。チャネル条件が与えられている場合、符号率(符号レート)は、チャネルの信頼性の要求を充足するように、入念に選択されなくてはならない。

【0012】チャネルにより受けとられるB E Rが、例えば、 p_b であり、当該チャネルがビットインタリーブされた(n, k, t)符号を用いて符号化されている場合には、受信機においてえられる際の、nビットのサイズの一つの語(ワード)に対するW E Rは、以下の数2のようになる。

【数2】

$$W E R = \sum_{i=t+1}^n \binom{n}{i} p_b^i (1-p_b)^{n-i}$$

(なお、このような等式は、ある語(ワード)における各ビット誤りが他のものと独立であるように、誤りについてのいわゆる「バースト性」という性質が、十分に(有効程度に)ビットインタリーブされている符号を用いることで、対抗され打ち消されているものとしていることに留意されたい。)

【0013】送信機と受信機間の距離が増えるにつれて、受信機における信号強度は、減少する。(送信電力が一定に維持されているとして)それ故に、受信機において受けとられるB E R及びW E Rは増加する。そこで、W E Rを所定のしきい値内に保つため、データの符号化は、それに対応して増やされる必要がある。しかしながら、符号化が増やされると、無線チャネルのスループットは低下する。すなわち、同一の情報ビット数について、より多くの冗長ビットが伝送されなくてはならないのである。このことはまた、所与の情報量を伝送する際の遅延を増加させうる。そのようなことから、電力制御と同様、受信機により受けとられるW E Rを改良するのに、単に誤り訂正のみを用いることにもまた、重大な欠点があるといえる。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明の例示的な実施例に従って、電力制御と順方向誤り訂正(forward error correction, F E C)方式を動的に結合させた移動無線システム用技術が、それによりサポートされうる同時接続の数を増加させる一方で、無線送信機により消費される電力を減少させるのに用いられている。さらに、このような例示的な実施例は、分散型技術を構成するものであり、個々の送受信機の対は、特定のサービス品質(Q O S)の制約を充足するように必要とされた、最小限の電力とF E Cを適応的に決定するのである。

【0015】とりわけ、本発明の例示的な実施例に従って、ある信号の第一の部分は、第一の符号をもって符号化され、第一の符号化された信号部分を生成する。さらに、当該第一の符号化された信号部分は、第一の電力レベルをもって送信される。次に、パラメータデータが受信される。ここで、パラメータデータとは、受信機により受信された、受信信号部分の特性を表しているものであって、当該受信信号部分とは、伝送された第一の符号化された信号部分に基づくものである。

【0016】そこで、第二の符号と第二の電力レベルが、当該受信されたパラメータに基づいて決定され、当該信号の第二の部分は、当該第二の符号をもって符号化され、第二の符号化された信号部分を生成する。最後に、当該第二の符号化された信号部分は、第二の電力レベルをもって送信される。

【0017】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の例示的な実施例が有効に用いられる、典型的なセルベースの移動無線通信環境を示している。例示的な環境は、複数の六角形状のセル12から成り、そのそれぞれは、およそその中心に配置された、対応する基地局13と、様々なセル内に位置した移動ユニット14（例えば、自動車）を内部に含んでいる。各移動ユニット14は、当該移動ユニットが位置しているセルに対応する基地局と通信しており、当該通信は無線通信リンク15を用いて実現されている。これらの通信リンクの一部あるいはすべては、有利なことに、例えば、双方向音声通信を提供するための、双方向通信リンクを含みうる。またさらに、干渉信号16が、当該環境を通じて存在しうる。さらに、通信リンク15の一部あるいはすべては、それら自体が、他の通信リンク15により行われる通信について干渉をなしうるのである。

【0018】各通信リンク15が所与のセルに割り当てられた周波数の一つを利用するように、各セルに対して周波数の集合が割り当てられる。周波数の集合について同一のものを用いるセルは、六角形状の格子上に対称に配置されている。一つの同一チャネルセルは、7つの六角形状のセルからなるクラスターとして定義され、所与の周波数あるいはチャネルは、一つの同一チャネルセルにおける一つのセルのみに対して割り当てられている。

【0019】無線チャネルを介する伝送品質を制御するため、電力制御のみ、あるいは誤り訂正のみを用いるという先行技術の方式とは異なって、ここで記述された本発明の例示的な実施例では、チャネル品質の改良のために、電力制御と誤り訂正の両方をうまく利用している。さらに、符号化レベル同様に電力を変化させるためにもフィードバックループが用いられており、それにより、適応的なアプローチがフルに採られている。例示的な方法ではまた、分散型のアプローチを構成しており、このようなアプローチでは、中央集中型の意志決定プロセスに依存しておらず、従って、複数の接続についての状態を同時に認識していることを要しない。

【0020】説明のため、ここで記述された例示的な実施例についての送信機及び受信機に関して、次のような前提がなされうる。すなわち、

1. すべての送信機は、それらが信号を送信可能な最小及び最大の電力レベルを有している。
2. 考えられうる符号化方式の集合は、例えば、図2の表（テーブル）で示されているように、BCH (Bose, Chaudhuri, Hocquenghem) 符号についての例示的な集合のような、所定の集合 $C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ により与えられる。
3. 例示的な受信機は、観測電力 P_{obs} 及びワード誤り率（ワードエラーレート） WER_{obs} をモニターしている。当該受信機はまた、アイドル状態にある期間にチャネルをモニターすることで、雑音及び干渉のレベル、I

obs を観測可能である。

【0021】上で述べたように、電力制御のみを用いるチャネル品質制御では、情報ビット毎に送信電力を増加させることから、しばしば望ましくないことになりうる。同様に、FECのみを用いるチャネル品質制御も、システムにとっては有利でないことがありうる。というのは、データが過度に強度に符号化されている場合には、チャネルが非常に低いスループットしか持たないことがありうるからである。それ故、本発明の例示的な実施例に従い、これらの技術の両方を導入する方法が有効に用いられているのである。

【0022】特に、いわゆる「電力-符号対」が、所与の時間における所与のチャネル上で提供された伝送特性を特徴付けるのに定義される。あるチャネルは、電力レベル P_t で送信を行っており、当該チャネル上で送られているデータが、符号 c_t を用いて符号化されている場合には、所与の電力-符号対 (P_t, c_t) を利用していると称されうることになる。加えて、有利なことに、所定の「符号-WER」の表（テーブル）が、システムに対して提供されており、ここで、当該表（テーブル）における各エントリ（記述項）は、所与のWERの値及び所与の符号化方式について必要とされるCIRの値を提供している。

【0023】とりわけ、符号 c_i 及び望みのワード誤り率（ワードエラーレート） w_j に対応する、「符号-WER」の表（テーブル）におけるエントリ (c_i, w_j) は、データが符号 c_i を用いて符号化されている際に受信機がワード誤り率（ワードエラーレート） w_j を受けとるため、当該受信機で必要とされるCIRを与えている。（ここで記述されている符号のすべては、例示的に、当該技術分野の当業者にとってはありふれたものである、ビットインタリーブされた巡回符号（サイクリック符号）とされていることに留意されたい。） (n, k, t) 符号を用いて符号化された k という情報ビットを有する、あるデータパケットに対するワード誤り率（ワードエラーレート）は、上の数2の式により与えられる。

【0024】本発明の例示的な実施例に従って、「符号-WER」の表（テーブル）におけるエントリは、以下のようにして演算されうる。望みのWERと符号が与えられると、上の数2の式におけるBER (p_b) は、有利なことに、あらかじめ演算されることが可能である。BERは、CIRと変調方式に関する関数である。変調方式がわかれば、平均CIRは、BERから演算可能である。

【0025】例えば、二相変位変調（あるいは二相位相変調、binary phase shift key, BPSK）という変調方式の利用とフェードが速い（変動が速い）ことを前提とすると、BERとCIRの間の関係は、以下の数3により与えられる。

【数3】

$$\langle BER \rangle = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{CIR}}} \right)$$

上の等式から、「符号-WE R」の表（テーブル）は、所与である符号集合及び、対応する、望みのワード誤り率（ワードエラーレート）の集合について構築されることが可能である。

【0026】本発明の例示的な実施例に従って、送受信機の各対は、その引き続いての伝送を行うに適切な電力-符号対を個々に決定する。とりわけ、受信機から受け取ったパラメータデータを元に、送信機は、電力-符号対を選び、さらに選ばれた符号化方式を当該受信機へ伝達する。より特定するに、ここで記述された例示的な実施例の方法は、以下のように動作する。接続の間には、受信機は、周期的に受信信号強度及び平均WE Rをモニターしている。送信機と受信機間の接続が設定されると、当該送信機は、モニターされた信号強度と両者（送信機と受信機）間のチャンネル上におけるWE Rを、電力及び符号化レベルの設定のために利用する。

【0027】電力及び符号化レベルの選択は、所与のサービス品質で、ある単一の情報ビットを伝送する際に用いられた電力を最小化するという目的をもって行われる。（サービス品質は、例えば、搬送波対干渉比、チャンネルスループット、信頼性、BER等々、といった任意の幾つかのパラメータという観点から定義されうる。）

【0028】例えば、基地局が移動受信機へデータを送信する場合を考えてみよう。（移動送信機から基地局へのデータ伝送は、完全に類似する分析手法を用いる。）移動ユニットが、基地局から離れて移動しており、当該移動ユニットにより観測されるワード誤り率（ワードエラーレート）が、所定の上限であるWE R_uを超えて増加している場合には、当該移動ユニットは、基地局にチャンネル品質の低下を知らせ、当該基地局は、このようなフィードバックを元に、電力レベルあるいは符号化レベルを変化させる。さらに、基地局は当該移動受信機に符号化における変化を知らせ、そこで、当該移動ユニットは、正確な（つまり、対応している）復号化方式を利用可能となる訳である。

【0029】受信機は、アイドル状態にあるときにチャンネルをモニターすることで、雑音あるいは干渉のレベルI_{obs}を観測している。伝送の間にも、受信機はまた、受信電力レベル及びワード誤り率（ワードエラーレート）もモニターしている。受信機において観測されたCIRは、当該受信機において観測された電力と当該受信機により判断された雑音/干渉のレベルについての関数となっている。従って、当該受信機でえられる際の、信号電力P_sは、P_{obs} - I_{obs}である。それ故、受信されたCIR、CIR_sは、以下の数4の式のようにして決定されうる。

【数4】

$$CIR_s = \frac{P_s}{I_{obs}} = \frac{P_{obs} - I_{obs}}{I_{obs}}$$

【0030】CIRの測定と新たな電力-符号対の演算の間の時間が小さい場合には、雑音のレベルは同一のままであると合理的に仮定できる。受信機における望みのワード誤り率（ワードエラーレート）WE R_{des}が与えられ、かつ、符号化方式が与えられているとすると、必要とされる搬送波対干渉比、CIR_s^{*}は、「符号-WE R」の表（テーブル）から得られることができる。このようなCIRに対する観測された信号電力P_s^{*}は、以下の数5の式に従って、P_{obs}、CIR_s、CIR_s^{*}の値を用いて演算可能である。

【数5】

$$P_s^* = \frac{P_s}{CIR_s} CIR_s^*$$

【0031】観測電力は、送信電力及び、送信機と受信機間の距離についての関数となっている。前の測定と電力-符号対の演算の間の時間が小さい場合には、移動ユニットは、ほぼ0に等しい距離しか動いていないと合理的に仮定できる。従って、観測電力は、送信電力に対し直接に比例しているであろう。以下のような数6の式を用いることで、受信信号電力についての関数として送信電力が決定される。

【数6】

$$P_s = c \frac{P_t}{d^\alpha}$$

$$P_t^* = \frac{P_s^*}{P_s} P_t$$

ここで、P_tとは、受信機における信号電力の観測値がP_sであるときに、送信が行われる電力であり、P_t^{*}とは、受信機においてP_s^{*}という信号電力をえるように、送信が行われるべき電力である。

【0032】本発明の例示的な実施例に従った分散型のアプローチでは、すべての送信機についての正確な電力-符号対を決定するのに、中央集中型のプロセスに依存していない。そこで、ある送信機による変化は、別の送信機の伝送に影響を及ぼしうるのである。それ故、一般には、すべての接続が、特定のサービス品質（QOS）に維持されるということとはできないかもしれない。従って、ある状況では、接続が、取りやめられる必要があろう。接続を取りやめる、ある例示的な技術では、様々な送信機と受信機間で情報を共有する必要があるような手法で、うまく分散がなされている。

【0033】ここで、新たな電力-符号対を演算する手順（プロシージャ）は反復的なものであることから（な

お、各反復については、必然的に有限の遅延を受けるものである。) 、満足なサービス品質 (QOS) 条件は、幾つかの時間枠の間は満たされない場合もありうることに留意されたい。そのようなことから、不満足なサービス品質 (QOS) を伴う、ある単一の時間枠の発生にもかかわらず、有効なことに、接続は維持される (つまり、接続が取りやめとならない。) 場合もありうるのである。一方では、ある (品質の) 悪い接続を除外することで、他の接続がそのサービス品質 (QOS) 条件を充足するようになるという場合には、当該 (品質の) 悪い接続は、あまり長時間存続するべきではないのである。

【0034】とりわけ、本発明の例示的な実施例によると、不満足な (品質の) 接続については、 t という時間

$$P_{\text{drop}} = [1 - (1 - P_{\text{initial}})^x] \quad x > t \text{ について} \\ = 0 \quad \text{それ以外}$$

ここで、 P_{initial} とは、ある電力-符号対を見つけた試行が不満足なものであった後に、接続を取りやめる確率であり、 x とは、連続してうまくいかない試行の数である。 P_{initial} について選ばれた値は、例えば、およそ 10^{-2} となりうる。

【0036】図3及び図4は、本発明の例示的な実施例に従ってそれぞれ動作する、移動無線受信機及び移動無線送信機、それぞれについての動作方法を例示している流れ図を示している。とりわけ、図3で示された例示的な手順 (プロシージャ) は、移動無線受信機により、その接続についてのチャネル品質をモニターするために用いられうる。特に、ステップ31では、所与の時間 (期間) にわたってチャネルを観測し、観測された電力パラメータ (P_{obs}) を受信電力に、観測された干渉パラメータ (I_{obs}) を受信干渉に、さらに、観測された誤り率パラメータ ($WERR_{\text{obs}}$) をワード誤り率 (ワードエラーレート) に、設定する。

【0037】ステップ32では、当該ワード誤り率 (ワードエラーレート) を、それに対応する上方許容限界 (上限許容値) ($WERR_u$) と比較し、限界が越えられている場合には、ステップ33で、不満足な時間枠についての数 (bad_cnt) を増やし、当該数を所定の猶予期間と比較する。不満足な時間枠の数が、当該猶予期間を越えている場合には、ステップ35において、当該接続は確率 p で取りやめられる。当該接続が取りやめられない場合、あるいは、当該猶予期間が越えられていない場合には、ステップ36で、観測された電力パラメータと観測された干渉パラメータが送信機へと送られる。

【0038】図4で示された例示的な手順 (プロシージャ) は、上述のパラメータデータが、受信機から受信される際に (それにより、当該接続が不満足 (な品質) であることを示している訳であるが)、新たな電力-符号対を演算するため、移動無線送信機により用いられる。

ステップをもつ、いわゆる「猶予期間」が与えられている。このような猶予期間が過ぎた後には、当該手順 (プロシージャ) は、当該接続が取りやめられる確率について小さい初期値を、当該接続に対して割り当てる。満足な電力-符号対を見つけようとする試行が連続してうまくいかない毎に、当該確率の値は増やされる。

【0035】実際、満足な電力-符号対が見つけれられた場合には、猶予期間は、電力-符号対の次なるうまくいかない変化について用いられるため、元の状態に戻される。このようにして、接続を取りやめる確率、 P_{drop} は、以下の数7のようになる。

【数7】

このような手順 (プロシージャ) により演算された、新たな電力-符号対は、受信されたパラメータデータに基づくものである。

【0039】とりわけ、ステップ41では、ステップ42で、パラメータデータが受信機から受信されたと判断されるまでは、通常伝送モードを実行している。(すなわち、同一の電力-符号対をもって伝送を続ける。) そこで、ステップ43では、パラメータ P_t を現時点での送信電力に設定し、さらに、 P_{obs} 及び I_{obs} を、受信機から受信された対応する値に設定する。ステップ44では、受信されたパラメータデータを元に、受信信号電力 (P_s) 及び受信した搬送波対干渉比 (CIR_s) を演算する。

【0040】そこで、ステップ45からステップ52までの間では、所与の接続について用いられるべき、新たな電力-符号対を決定するための反復プロセス (すなわち、ループ) が実行される。特に、符号化方式 (c_1 から c_n までの) についての所定の集合内における個々の符号について、望まれる基準を (つまり、望まれるワード誤り率 (ワードエラーレート) と望まれる搬送波対干渉比) 充足する一方で、最小の全体電力消費 (つまり、情報ビット毎に消費された電力) で利用されうる符号を決定するため、順番に検証される。

【0041】「符号-WER」の表 (テーブル) (ステップ47) 及び、上述の数5及び数6の等式 (ステップ48) は、所与の符号に対しての必要とされる電力を決定するため用いられ、さらに、全体電力消費が決定される (ステップ50)、様々な採りうる符号の選択と比較される (ステップ51)。(ステップ49では、所与の符号が、送信機の最大伝送容量 (最大伝送処理能力) を越える電力レベルを必要としないようにすることを保証するものである。) 実際に、受容可能な電力-符号対が、見つけれられない場合には、ステップ54で、当該接続は取りやめられる。そうでない場合には、ステップ55

で、(新たな)送信電力と、それに応じた、(新たな)送信符号が設定され、それに従った信号伝送を行うため、ステップ41に戻ることになる。

【0042】このような発明についての特定の実施例が、ここでは示され、かつ記述されてきたが、このような実施例は、本発明の原理の応用例において考案可能な数多くの考えられうる特定の配置についての、単に例示的なものにほかならないということは理解されるべきである。例えば、本発明による方法はまた、FEC(方式)とARQ(方式)の組み合わせを用いるシステムについても利用可能であるが、ここで記述された例示的な実施例では、順方向誤り訂正(FEC)方式のみを用いるシステムについて対称を絞っているのである。

【0043】また例により、たとえ、ここでの例示的な実施例が、個々の送受信機の対が引き続いての伝送用に用いられるべき、適切な電力-符号対を決定するという分散型技術を記述していても、本発明による方法は、中央集中型技術をもって用いられることが可能である。なお、このような中央集中型技術では、様々な送信機についての伝送パラメータを決定するのに、共通の(つまり、中央集中化された)意志決定プロセスが用いられる。そのようなあらゆるシステムへの拡張は、当該技術分野の当業者にとって自明であらう。当該技術分野の当業者によっては、本発明の技術思想及び保護の範囲から逸脱することなしに、ここでの原理に従って、膨大かつ変化に富んだ、他の配置が考案されることが可能である。

【0044】

【発明の効果】本発明により、移動無線システムにおいて、電力制御と順方向誤り訂正(forward error correc

tion, FEC)方式を動的に組み合わせることで、無線チャネルを介した伝送品質につき要求されるレベルを維持し、サポートされうる同時接続の数を増加させる一方、無線送信機により消費される電力を減少させることが可能となった。さらに、分散型技術を用いることで、個々の送受信機の対は、特定のサービス品質(QoS)の制約を充足するために必要とされた最小限の電力とFECを適応的に決定するのである。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明の例示的な実施例が有効に用いられうる、典型的なセルベースの移動無線通信環境を示している。

【図2】図2は、本発明の例示的な実施例において用いられるための、可能な符号化方式の集合から成る表(テーブル)についての、一つの考えられうる例を示している。

【図3】図3は、本発明の例示的な実施例に従って動作する移動無線受信機の動作方法を例示する流れ図を示している。

【図4】図4は、本発明の例示的な実施例に従って動作する移動無線送信機の動作方法を例示する流れ図を示している。

【符号の説明】

12 六角形状セル

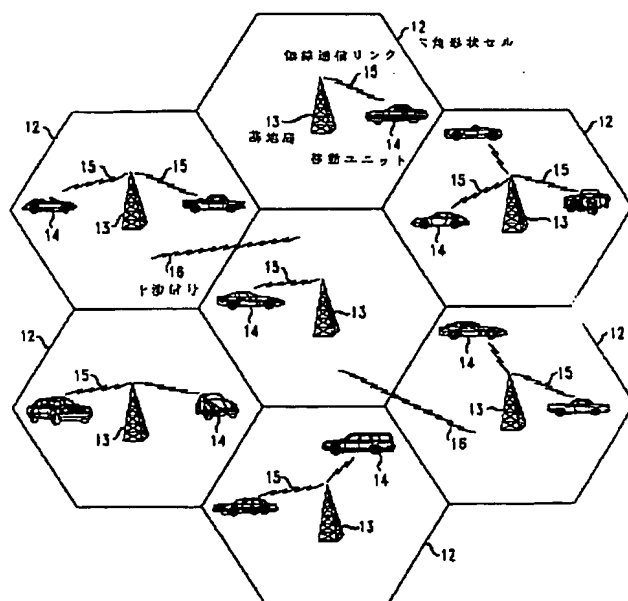
13 基地局

14 移動ユニット(移動体ユニット、モバイルユニット)

15 無線通信リンク

16 干渉信号

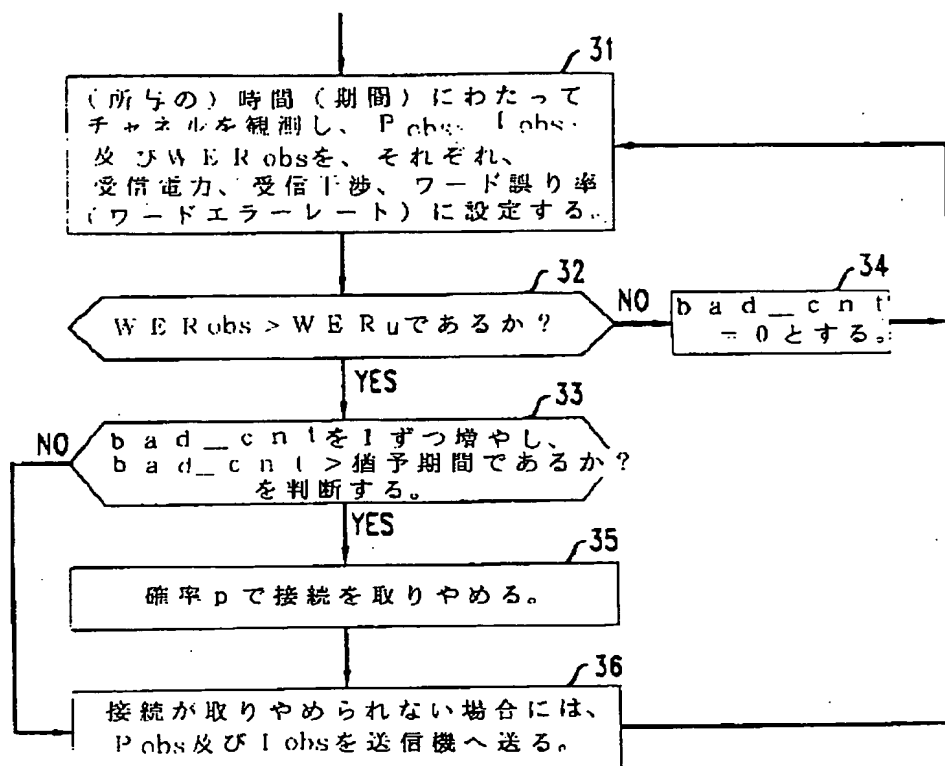
【図1】



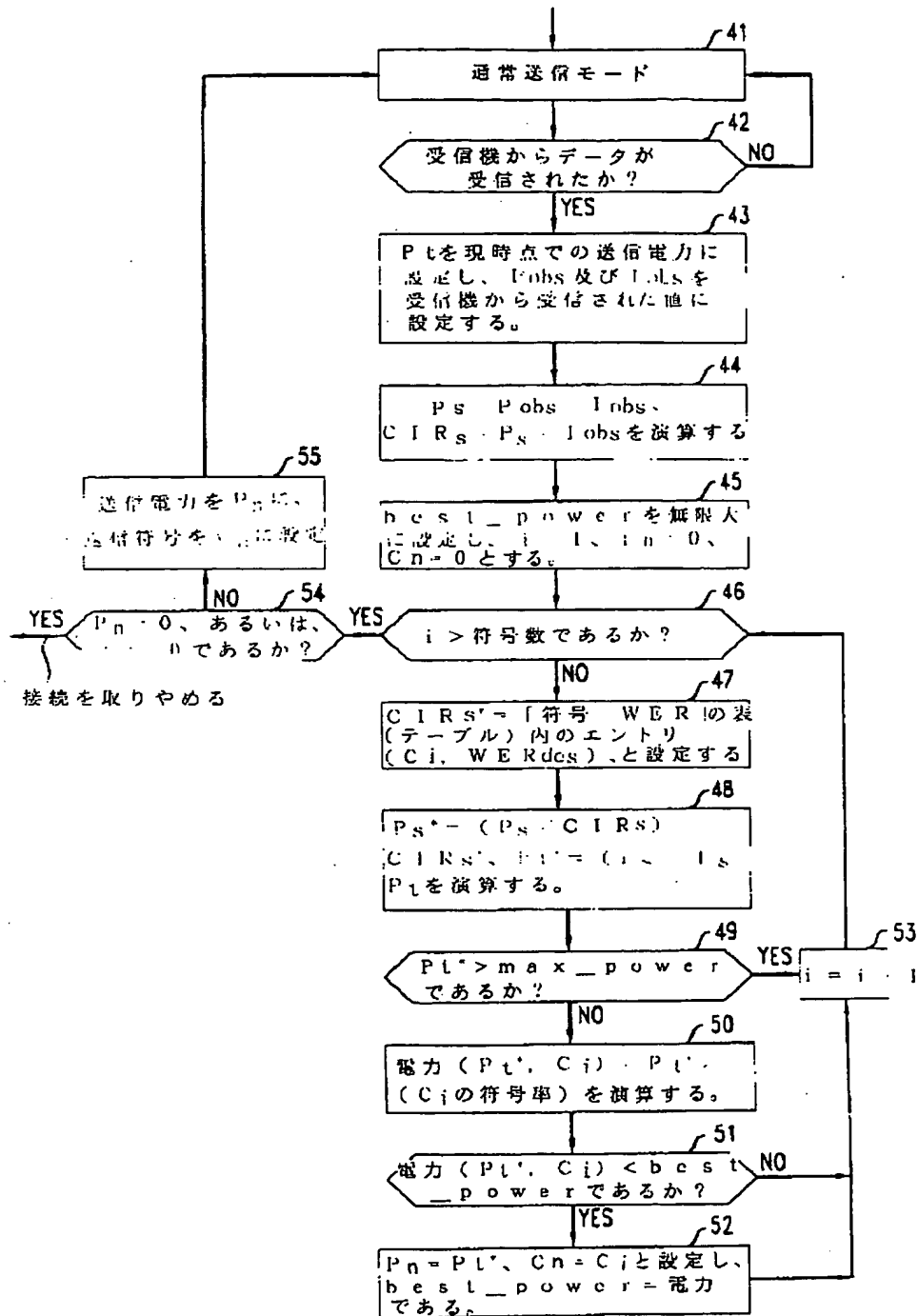
【図2】

CODE	n	k	t
c ₁	63	63	0
c ₂	63	57	1
c ₃	63	51	2
c ₄	63	45	3
c ₅	63	39	4
c ₆	63	36	5
c ₇	63	30	6
c ₈	63	7	15

【図3】



【図4】



フロントページの続き

(71)出願人 596077259
600 Mountain Avenue,
Murray Hill, New Je
rsey 07974-0636 U. S. A.

(72)発明者 バラクリシュナン ナレンドラン
アメリカ合衆国、07974 ニュージャージ
ー、ニュー プロビデンス、ゲイルズ ド
ライブ 127、アパートメント エー7

(72)発明者 ジェームズ ポール シェニキ
アメリカ合衆国、08817 ニュージャージ
ー、エディソン、ワイルドベリー、コート
2655

(72)発明者 シャリニ ヤニク
アメリカ合衆国、07076 ニュージャージ
ー、スコッチ プレインズ、カントリー
クラブ レーン 222